

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-330665

[ST.10/C]:

[JP2002-330665]

出 願 人

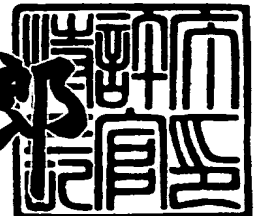
Applicant(s):

ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー

2003年 6月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049250

【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM02054

【提出日】 平成14年11月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横  
河メディカルシステム株式会社内

【氏名】 渡辺 毅

【特許出願人】

【識別番号】 300019238

【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テク  
ノロジー・カンパニー・エルエルシー

【代理人】

【識別番号】 100085187

【弁理士】

【氏名又は名称】 井島 藤治

【選任した代理人】

【識別番号】 100090424

【弁理士】

【氏名又は名称】 鯨島 信重

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】    0005611

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体が載置される空間を介して対向配置される 1 対の永久磁石と、

1 対の前記永久磁石を保持する 1 対のベースヨークと、

1 対の前記ベースヨークを磁氣的に接続するとともに構造的に支持し、かつ磁気抵抗の可変手段を有する支柱ヨークと、

を備えることを特徴とする静磁場形成装置。

【請求項 2】 前記可変手段は、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面に溝を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 3】 前記溝は、矩形の断面を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 4】 前記可変手段は、前記支柱ヨークに脱着される前記溝に概ね合致する形状の嵌合材を備えることを特徴とする請求項 2 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の静磁場形成装置。

【請求項 5】 前記可変手段は、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面を貫通する貫通穴を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 6】 前記貫通穴は、円形の断面を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 7】 前記可変手段は、前記支柱ヨークに脱着される前記貫通穴に概ね合致する形状の充填材を備えることを特徴とする請求項 5 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の静磁場形成装置。

【請求項 8】 前記可変手段は、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面に設けられたネジ穴を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 9】 前記可変手段は、前記支柱ヨークに脱着される前記ネジ穴に合致する形状のネジを備えることを特徴とする請求項 8 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 10】 前記溝、前記貫通穴あるいは前記ネジ穴は、前記空間が存

在する側の前記支柱ヨークの側面に配設されることを特徴とする請求項 2 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の静磁場形成装置。

【請求項 1 1】 前記溝、前記貫通穴あるいは前記ネジ穴は、前記ベースヨークと前記支柱ヨークとが接合される屈曲部に配設されることを特徴とする請求項 1 0 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 1 2】 前記可変手段は、前記支柱ヨークに、前記支柱ヨークと異なる透磁率の材量で構成される異材量部分を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 1 3】 前記異材量部分は、前記支柱ヨークの長軸と垂直に交わる断面と同一の断面形状を備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の静磁場形成装置。

【請求項 1 4】 前記溝、前記貫通穴、前記ネジ穴あるいは前記異材量部分は、前記被検体の位置を中心とした前記支柱ヨーク上の対称位置に配設されることを特徴とする請求項 2 ないし 1 3 のいずれか 1 つに記載の静磁場形成装置。

【請求項 1 5】 静磁場を永久磁石を用いて形成する静磁場形成装置と、  
勾配磁場を形成する勾配磁場形成手段と、  
前記静磁場内で高周波磁場を送受信する送受信手段と、  
前記勾配磁場形成手段、前記送信手段および前記受信手段を制御する制御部と、  
を備える磁気共鳴撮像装置であって、  
前記静磁場形成装置は、対向配置される 1 対の前記永久磁石を保持するベースヨークを、磁氣的に接続し、かつ構造的に支持する支柱ヨークに、前記支柱ヨークの磁気抵抗を変化させる可変手段を備えることを特徴とする磁気共鳴撮像装置。

【請求項 1 6】 前記可変手段は、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面の溝、前記側面を貫通する貫通穴あるいは前記側面に設けられたネジ穴、並びに、前記溝に概ね合致する形状の嵌合材、前記貫通穴に概ね合致する形状の充填材あるいは前記ネジ穴に合致する形状のネジを備えることを特徴とする請求項 1 5 に記載の磁気共鳴撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、磁気回路をなす支柱ヨーク (yolk) およびベースヨーク (base yolk) に保持される永久磁石を用いた静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、永久磁石により静磁場を発生させる磁気共鳴撮像装置が普及している。この装置では、高い精度が要求されるので、主として永久磁石本体あるいは永久磁石が装着されるベースヨーク上で鉄片等を用いて、静磁場の調整が計られる。

【0003】

また、永久磁石を支える支柱ヨークにコイル (coil) を巻き付け電氣的に磁束を形成し静磁場を補正することも行われる (例えば、特許文献1参照)。

【0004】

【特許文献1】

特開2002-238872号公報、(第1頁、第10図)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術によれば静磁場の調整を簡易に行うことはできなかった。すなわち、永久磁石本体あるいは永久磁石が装着されるベースヨーク上での調整は、永久磁石の重量等を勘案すると、磁気共鳴撮像装置の組み立て段階で調整を行う必要があった。また、電氣的に静磁場の補正を行う際には、コイルおよびその制御装置を用いるので余分な機材を準備する必要があった。

【0006】

特に、永久磁石は、超伝導磁石と比較して、温度変化等の環境に影響されやすく、病院等の納入先において、静磁場の精度を保つための調整を簡易に行えないことは、性能上およびサービス効率上好ましいことではない。

【0007】

これらのことから、静磁場の調整が簡易に行える永久磁石を用いた静磁場形成

装置および磁気共鳴撮像装置をいかに実現するかが重要となる。

【0008】

この発明は、上述した従来技術による課題を解決するためになされたものであり、静磁場の調整が簡易に行える永久磁石を用いた静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、第1の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、被検体が載置される空間を介して対向配置される1対の永久磁石と、1対の前記永久磁石を保持する1対のベースヨークと、1対の前記ベースヨークを磁氣的に接続するとともに構造的に支持し、かつ磁気抵抗の可変手段を有する支柱ヨークと、を備えることを特徴とする。

【0010】

この第1の観点による発明によれば、1対の永久磁石を、被検体が載置される空間を介して対向配置し、1対のベースヨークにより、1対の前記永久磁石を保持し、磁気抵抗の可変手段を有する支柱ヨークにより、1対の前記ベースヨークを磁氣的に接続するとともに構造的に支持することとしているので、支柱ヨークの磁気抵抗を変化させることにより、永久磁石が空間に生成する磁束、ひいては単位面積当たりの磁束である静磁場を簡易に変化させ、調節することができる。

【0011】

また、第2の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段として、前記支柱ヨークの長軸方向の側面に溝を備えることを特徴とする。

【0012】

この第2の観点の発明によれば、可変手段として、溝が、支柱ヨークの長軸方向の側面にあるので、溝の部分で支柱ヨークの長軸方向と垂直をなす断面積が小さくなり、磁気抵抗を大きくすることができる。

【0013】

また、第3の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記溝が、矩形の断面を備えることを特徴とする。

【0014】

この第3の観点の発明によれば、溝が、矩形の断面を備えることとしているので、容易に加工することができる。

【0015】

また、第4の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段に、前記溝に概ね合致する形状の嵌合材を備えることを特徴とする。

【0016】

この第4の観点の発明によれば、可変手段の嵌合材は、形状が溝に概ね合致することとしているので、嵌合材を溝に脱着することにより、溝の部分に磁気抵抗を変化させることができる。

【0017】

また、第5の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段として、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面を貫通する貫通穴を備えることを特徴とする。

【0018】

この第5の観点の発明によれば、可変手段として、貫通穴を、支柱ヨークの長軸と平行をなす側面に貫通することとしているので、貫通穴の部分で、支柱ヨークの長軸と垂直をなす断面積が小さくなり、磁気抵抗を大きくすることができる。

【0019】

また、第6の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記貫通穴が、円形の断面を備えることを特徴とする。

【0020】

この第6の観点の発明によれば、貫通穴が、円形の断面を備えることとしているので、支柱ヨークの永久磁石を支える強度の減少を軽減することができる。

【0021】

また、第7の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段に、前記支柱ヨークに脱着できる前記貫通穴に概ね合致する形状の充填材を備えることを特徴とする。



【 0 0 2 2 】

この第 7 の観点の発明によれば、可変手段は、貫通穴に概ね合致する形状の充填材を支柱ヨークに脱着できることとしているので、充填材を貫通穴に脱着することにより、貫通穴の部分の磁気抵抗を変化させることができる。

【 0 0 2 3 】

また、第 8 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段に、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面に設けられたネジ穴を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

この第 8 の観点の発明によれば、可変手段に、支柱ヨークの長軸と平行をなす側面に設けられたネジ穴を備えることとしているので、ネジ穴の部分で支柱ヨークの長軸と垂直をなす断面積が小さくなり、磁気抵抗を大きくすることができる。

【 0 0 2 5 】

また、第 9 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段が、前記支柱ヨークに脱着できる前記ネジ穴に概ね合致する形状のネジを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

この第 9 の観点の発明によれば、可変手段であるネジ穴に概ね合致する形状のネジを、支柱ヨークに脱着することとしているので、ネジをネジ穴に脱着することにより、ネジ穴の部分の磁気抵抗を変化させることができる。

【 0 0 2 7 】

また、第 1 0 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記溝、前記貫通穴あるいは前記ネジ穴は、前記空間が存在する側の前記支柱ヨークの側面に配設されることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この第 1 0 の観点の発明によれば、溝、貫通穴あるいはネジ穴は、空間が存在する側の支柱ヨークの側面に配設されることとしているので、溝、貫通穴あるいはネジ穴から漏れ出る磁束を効率的に永久磁石に戻し、永久磁石による磁束を効

率的に変化させることができる。

【 0 0 2 9 】

また、第 1 1 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記溝、前記貫通穴あるいは前記ネジ穴が、前記永久磁石と前記支柱ヨークとが接合される屈曲部に配設されることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

この第 1 1 の観点の発明によれば、溝、貫通穴あるいはネジ穴が、永久磁石と支柱ヨークとが接合される屈曲部に配設されることとしているので、磁束が集中する屈曲部の磁束を、溝、貫通穴あるいはネジ穴により、効率的に調整することができる。

【 0 0 3 1 】

また、第 1 2 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記可変手段が、前記支柱ヨークに、前記支柱ヨークと異なる透磁率の材量で構成される異材量部分を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

この第 1 2 の観点の発明によれば、可変手段が、支柱ヨークに、異材量部分を支柱ヨークと異なる透磁率の材量で構成することとしているので、支柱ヨークの磁気抵抗を大きく変化させ、調整することができる。

【 0 0 3 3 】

また、第 1 3 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記異材量部分が、前記支柱ヨークの長軸と垂直に交わる断面と同一の断面形状を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

この第 1 3 の観点の発明によれば、異材量部分の断面形状が、支柱ヨークの長軸と垂直に交わる断面と同一であることとしているので、磁束の漏れを最小に抑えることができる。

【 0 0 3 5 】

また、第 1 4 の観点の発明にかかる静磁場形成装置は、前記溝、前記貫通穴、前記ネジ穴あるいは前記異材量部分が、前記被検体の位置を中心とした前記支柱

ヨーク上の対称位置に配設されることを特徴とする。

【0036】

この第14の観点の発明によれば、溝、貫通穴、ネジ穴あるいは異材量部分が、被検体の位置を中心とした支柱ヨーク上の対称位置に配設されることとしているので、支柱ヨークごとの磁気抵抗を等しくし、空間に形成される磁束を方向性のない均一なものとすることができる。

【0037】

また、第15の観点の発明にかかる磁気共鳴撮像装置は、静磁場を永久磁石を用いて形成する静磁場形成装置と、勾配磁場を形成する勾配磁場形成手段と、前記静磁場内で高周波磁場を送受信する送受信手段と、前記勾配磁場形成手段、前記送信手段および前記受信手段を制御する制御部と、を備える磁気共鳴撮像装置であって、前記静磁場形成装置は、対向配置される1対の前記永久磁石を保持するベースヨークを、磁氣的に接続し、かつ構造的に支持する支柱ヨークに、前記支柱ヨークの磁気抵抗を変化させる可変手段を備えることを特徴とする。

【0038】

この第15の観点の発明によれば、静磁場形成装置は、対向配置される1対の永久磁石を保持するベースヨークを、磁氣的に接続し、かつ構造的に支持する支柱ヨークに、前記支柱ヨークの磁気抵抗を変化させる可変手段を備えることとしているので、支柱ヨークの磁気抵抗を変化させることにより、永久磁石が空間に生成する磁束、ひいては単位面積当たりの磁束である静磁場を簡易に変化させ、調節することができる。

【0039】

また、第16の観点の発明にかかる磁気共鳴撮像装置は、前記可変手段は、前記支柱ヨークの長軸と平行をなす側面の溝、前記側面を貫通する貫通穴あるいは前記側面に設けられたネジ穴、並びに、前記溝に概ね合致する形状の嵌合材、前記貫通穴に概ね合致する形状の充填材あるいは前記ネジ穴に概ね合致する形状のネジを備えることを特徴とする。

【0040】

この第16の観点の発明によれば、可変手段は、支柱ヨークの長軸と平行をな

す側面に掘られた溝、この側面に貫通された貫通穴あるいはこの側面に設けられたネジ穴、並びに、溝に概ね合致する形状の嵌合材、貫通穴に概ね合致する形状の充填材あるいはネジ穴に概ね合致する形状のネジを備えることとしているので、嵌合材、充填材およびネジを、溝、貫通穴およびネジ穴に出し入れすることにより、高い精度で空間の磁束を簡易に調整することができる。

## 【 0 0 4 1 】

## 【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置の好適な実施の形態について説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

## (実施の形態 1)

まず、本実施の形態 1 にかかる磁気共鳴撮像装置の全体構成について説明する。図 1 は、本実施の形態 1 にかかる磁気共鳴撮像装置の全体構成を示す図である。図 1 において、この磁気共鳴撮像装置は、マグネット (M a g n e t) 部 1 0 0、テーブル (T a b l e) 部 5 0 0、キャビネット (C a b i n e t) 部 2 0 0 および操作コンソール (C o n s o l e) 部 3 0 0 から構成される。なお、これら機器は、ケーブル (c a b l e) により相互に接続され、電力、制御情報、あるいはデータの授受を行う。

## 【 0 0 4 2 】

マグネット部 1 0 0 は、上下に対向配置される一対の永久磁石に挟まれる空間に、均一な静磁場、勾配磁場および R F 磁場を形成する。なお、対向配置された一対の永久磁石の間には、被検体が配置される。

## 【 0 0 4 3 】

テーブル部 5 0 0 には、永久磁石に挟まれる空間を移動する、図示しないクレードル (c r a d l e) が設けられており、このクレードル上に、被検体が載置される。クレードルは、被検体の撮像部位がマグネット部 1 0 0 の中心部に位置するように移動制御される。

## 【 0 0 4 4 】

キャビネット部 2 0 0 は、マグネット部 1 0 0 およびテーブル部 5 0 0 を制御

する電子機器からなり、主として、被検体の配置、勾配磁場の発生、RF磁場の送信およびRF磁場の受信等の制御を行う。

## 【0045】

操作コンソール部300は、オペレータの操作により、制御情報の入出力および出力画像の表示等を行う。オペレータにより入力された制御情報は、キャビネット部200に送信され、マグネット部100およびテーブル部500の制御情報として用いられる。

## 【0046】

図2にマグネット部100の詳細な構造を示した。図2は、マグネット部100の中心を通るx-z断面を示している。マグネット部100は、上下に対向配置される一対のベースヨーク10、11、永久磁石30、31、勾配コイル50、51、NMRプローブ(probe)70、71および送信コイル60、61を含む。対向配置された二つの送信コイル60、61間の中心部撮像領域には、受信コイル80が配置される。そして、この受信コイル80内に被検体が載置される。なお、送信コイル60、61は、図示しない手段により、勾配コイルから所定の空間を持って固定される。

## 【0047】

対向配置されたベースヨーク10、11は、支柱ヨーク12、13により固定、保持される。これにより、ベースヨーク10、11は、被検体が載置される静磁場均一度の高い撮像領域を、中心部に確保する。

## 【0048】

永久磁石30、31は、ベースヨーク10、11に固定される。ここで、ベースヨーク10、11および支柱ヨーク12、13は、永久磁石30、31により形成される磁場の磁気回路をなし、外部に漏れる磁場を減少させると共に、中心部撮像領域の磁場均一度を向上させる。

## 【0049】

整磁板40、41は、永久磁石30、31に固定され、永久磁石30、31により形成される中心部撮像領域の磁場均一度をさらに向上させる。

## 【0050】

勾配コイル 5 0、5 1 は、中心部撮像領域に線形勾配磁場を形成する。また、送信コイル 6 0、6 1 は、中心部撮像領域に R F 磁場を形成する。

## 【 0 0 5 1 】

NMR プロブ 7 0、7 1 は、硫酸銅等の溶液を含む小型ファントム (Phantom) と小型ファントムを取り巻く小型コイルからなり、永久磁石により形成される中心部撮像領域の静磁場強度を検知するセンサ (sensor) である。このセンサ出力は、例えばキャビネット部 2 0 0 を介して、操作コンソール部 3 0 0 に表示される。

## 【 0 0 5 2 】

つづいて、図 3 に支柱ヨーク 1 2 を中心部分とした、マグネット部 1 0 0 の部分構成図を示す。図 3 は、図 2 に示したマグネット部 1 0 0 の概ね 1 / 4 の構成部分 9 0 をなしている。なお、マグネット部 1 0 0 は、被検体が載置される受信コイル 8 0 を中心として、対称構造をなしており、支柱ヨーク 1 2 の z 方向の上半分および支柱ヨーク 1 3 は、構成部分 9 0 と全く同様の構造を有する。また、送信コイル 6 1 は、図示を省略した。

## 【 0 0 5 3 】

支柱ヨーク 1 2 には、溝 3 1 0 および 3 2 0 が、ベースヨーク 1 0 および 1 1 を支持する長軸方向と平行をなす側面に掘削されている。また、溝 3 1 0 および 3 2 0 は、掘削面が、永久磁石 3 1 が存在する側に面している。特に、溝 3 1 0 は、ベースヨーク 1 1 および支柱ヨーク 1 2 の接合部に生じる屈曲部分に掘削される。なお、この溝の数は、2 本に限定されず、3 本あるいはそれ以上とすることも出来、さらに支柱ヨーク 1 2 の永久磁石 3 1 が存在しない側面に掘削することもできる。

## 【 0 0 5 4 】

また、溝 3 1 0 および 3 2 0 に合致する形状の嵌合材 3 1 2 および 3 2 2 も用いられる。この嵌合材 3 1 2 および 3 2 2 は、溝 3 1 0 および 3 2 0 に適宜嵌め込まれ、静磁場強度の調節がなされる。また、嵌合材 3 1 2 および 3 2 2 は、一例として、支柱ヨーク 1 2 と同様の鉄が材料として用いられるが、静磁場強度の補正効果を考慮し、さらに高透磁率あるいは低透磁率の磁性材料を用いることも

出来る。また嵌合材 3 1 2 および 3 2 0 は、溝 3 1 0 および 3 2 0 に合致する形状としたが、x 軸方向の厚さおよび y 軸方向の長さを変えることにより、静磁場強度の補正効果を変化させることもできる。

## 【 0 0 5 5 】

つぎに、溝 3 1 0 および 3 2 0 に代表される溝部分を有する支柱ヨーク 1 2 および 1 3 を用いた場合のマグネット部 1 0 0 の動作を図 4 の磁気回路を用いて示す。図 4 は、マグネット部 1 0 0 の磁気回路およびこの静磁場分布を模式的に示した図である。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、磁気回路における、磁束  $\phi$ 、起磁力  $F$  および磁気抵抗  $R$  の関係について述べる。磁束  $\phi$ 、起磁力  $F$  および磁気抵抗  $R$  の間には、電気におけるオームの法則と同様に、

$$\phi = F / R \quad \text{----- (1)}$$

の関係が成立する。さらに、磁気抵抗  $R$  は、

$$R = (1 / \mu) \times (L / A) \quad \text{----- (2)}$$

により現される。ここで、 $\mu$  は透磁率、 $L$  は磁路長、 $A$  は磁路の断面積であり、マグネット部 1 0 0 の支柱ヨーク 1 2 あるいは 1 3 の場合には、 $\mu$  は鉄の透磁率、 $L$  は長軸方向（z 軸方向）の長さ、 $A$  は長軸と垂直をなす断面の面積となる。

## 【 0 0 5 7 】

図 4 (A) は、従来型のマグネット部が示されており、支柱ヨーク 4 2 および 4 3 は、均一な x-y 平面の断面積  $A_2$  を有する。起磁力  $F$  は、永久磁石 3 0 および 3 1 に起因する所定の値のものである。また、全磁気抵抗  $R_0$  は、被検体あるいは受信コイル 8 0 が載置される永久磁石 3 0 および 3 1 の空間の磁気抵抗  $R_1$  と、ベースヨーク 1 0 および 1 1、並びに支柱ヨーク 4 2 および 4 3 で構成される磁束のリターンパス (return pass) を形成する部分の磁気抵抗  $R_2$  との和で現され、

$$R_0 = R_1 + R_2$$

となる。これにより、受信コイル 8 0 が載置される永久磁石 3 0 および 3 1 の空間には、(1) 式から求まる磁束  $\phi_0$  が形成される。

## 【0058】

図4（B）は、本実施の形態1の支柱ヨーク12および13を用いた場合のマグネット部100である。この場合には、支柱ヨーク12および13は、溝310および320に代表される8つの溝を有する。この溝を含むx-y平面の断面では、断面積A3が、

$$A3 < A2$$

となる。従って、図4（B）に示されたベースヨーク10および11、並びに支柱ヨーク12および13で構成される磁束のリターンパス（return pass）を形成する部分の磁気抵抗R3は、（2）式より、

$$R3 > R2$$

となる。図4（B）の全磁気抵抗R4は、 $R4 = R1 + R3$ であるので、（1）式から求まる磁束 $\phi 1$ は、

$$\phi 1 < \phi 0$$

となり、図4（A）の場合よりも小さなものとなり、磁束あるいは単位面積当たりの磁束である静磁場B0も小さなものとなる。

## 【0059】

また、溝310および320に代表される8つの溝の部分では、高い磁気抵抗を有するため、磁束が支柱ヨーク12および13から漏れだし、最寄りの永久磁石30あるいは31との間で閉じた磁力線の閉ループを形成する。これにより、受信コイル80が載置される永久磁石30および31の空間に形成される磁束 $\phi$ は減少させられ、静磁場B0も小さなものとなる。

## 【0060】

また、嵌合材312および322を溝310および320あるいはその他の支柱ヨーク12あるいは13上の溝の部分に適宜嵌合することにより、支柱ヨーク12あるいは13の磁気抵抗を、R3とR2の間で変化させ、磁束を $\phi 1$ と $\phi 0$ の間で変化、調整することができる。さらに、嵌合材312および322の厚さ、長さあるいは材質を調節、変化させることにより、さらに磁気抵抗を微細に調節し、磁束を高精度に微調整することもできる。

## 【0061】



また、嵌合材 312 および 322 の材料を支柱ヨーク 12 あるいは 13 より高透磁率のものとするることにより、全磁気抵抗  $R_4$  を減少させ、

$$R_4 < R_2$$

とし、磁束  $\phi_1$  を、

$$\phi_1 > \phi_0$$

とすることもできる。この場合には、空間に形成される磁束  $\phi$  は増加させられ、静磁場  $B_0$  も大きなものとなる。

#### 【0062】

上述してきたように、本実施の形態 1 では、支柱ヨーク 12 および 13 に溝 310 および 320 に代表される 8 つの溝を設け、嵌合材 312 および 322 の形状あるいは材質を変化させることにより、嵌合材 312 および 322 を装着した際の支柱ヨーク 12 および 13 の磁気抵抗を変化させているので、簡易に永久磁石 30 および 31 の空間に形成される磁束を変化させ、ひいては、静磁場  $B_0$  も簡易に調整することができる。

#### 【0063】

また、本実施の形態 1 では、支柱ヨーク 12 および 13 の磁気抵抗は、等しいものとしたが、支柱ヨーク 12 および 13 の磁気抵抗を、嵌合材 312 あるいは 313 の調節により異なるものとして、空間に形成される磁束の均一度を調整することもできる。

#### （実施の形態 2）

ところで、上記実施の形態 1 では、矩形断面を有する溝 310 および 320 と、溝 310 および 320 と概ね合致する形状の嵌合材 312 および 322 とを用いて支柱ヨーク 12 および 13 の磁気抵抗を変化させ、磁束を変化させることとしたが、貫通穴あるいはネジ穴を支柱ヨークに設け、磁気抵抗を変化させることもできる。そこで本実施の形態 2 では、貫通穴あるいはネジ穴を支柱ヨークに設け、支柱ヨークの磁気抵抗を変化させる場合を示すことにする。

#### 【0064】

図 5 は、貫通穴を設けた支柱ヨーク 512 を中心部分とした、マグネット部の部分構成図である。図 5 は、図 2 に示したマグネット部 100 の概ね 1/4 をな

す構成部分90をなしており、図3に対応するものである。なお、図5に示す支柱ヨーク512を有するマグネット部は、支柱ヨーク12および13を省いてマグネット部100と全く同様の構造を有しているので詳細な説明を省略する。

## 【0065】

また、貫通穴を設けた支柱ヨーク512を有するマグネット部は、被検体が載置される受信コイル80を中心として、対称構造をなしており、支柱ヨーク512のz方向の上半分およびx方向の対称位置に存在する支柱ヨークは、全く同様の構造を有する。

## 【0066】

支柱ヨーク512は、貫通穴521～523を有している。貫通穴521～523は、円形の断面を有し、永久磁石31の存在する側の支柱ヨーク512の側面からx方向に支柱ヨーク512を貫通する。ここで、貫通穴521～523に概ね合致する形状の充填材531～533が存在し、貫通穴521～523に、適宜挿入される。充填材531～533は、例えば支柱ヨーク512と同じ材料が用いられるが、磁束の調整幅に応じて適宜異なる透磁率を有する材料も用いられる。なお、貫通穴の数は、3つに限定されず、磁気抵抗の変化の量に応じて増減することができ、また貫通方向を変えることもできる。

## 【0067】

ここで、支柱ヨーク512は、貫通穴521～523のいずれかを含むx-y断面において、小さい断面積を有しているので、磁気抵抗は高いものとなり、式(1)から、磁束は減少する。また、充填材531～533の長さあるいは材質等を変化させることにより、支柱ヨーク512の磁気抵抗をさらに微細に調節し、磁束を高精度に微調整することもできる。

## 【0068】

図6は、ネジ穴621を複数設けた支柱ヨーク612を中心部分とした、マグネット部の部分構成図である。図6は、図2に示したマグネット部100の概ね1/4をなす構成部分90をなしており、図3に対応するものである。なお、図6に示す支柱ヨーク612を有するマグネット部は、支柱ヨーク12および13を省いてマグネット部100と全く同様の構造を有しているので詳細な説明を省

略する。

【0069】

また、ネジ穴621を複数設けた支柱ヨーク612を有するマグネット部は、被検体が載置される受信コイル80を中心として、対称構造をなしており、支柱ヨーク612のz方向の上半分およびx方向の対称位置に存在する支柱ヨークは、全く同様の構造を有する。

【0070】

支柱ヨーク612は、ネジ穴621およびこのネジ穴と全く同じ構造のネジ穴を複数有している。ネジ穴621およびその他のネジ穴は、永久磁石31の存在する側の支柱ヨーク612の側面からx方向に支柱ヨーク612内に設けられている。ここで、ネジ穴621およびその他のネジ穴は、合致する形状のネジ631が存在し、ネジ穴621およびその他のネジ穴に、適宜挿入される。

【0071】

ここで、支柱ヨーク612は、ネジ穴621およびその他のネジ穴のいずれかを含むx-y断面において、小さい断面積を有しているため、磁気抵抗は高いものとなり、式(1)から、磁束は減少する。また、ネジ631の長さあるいは材料等を変化させることにより、支柱ヨーク612の磁気抵抗をさらに微細に調節し、磁束を高精度に微調整することもできる。

【0072】

上述してきたように、本実施の形態2では、貫通穴あるいはネジ穴を支柱ヨークに設け、さらに充填材およびネジの形状および材質を変化させ、充填材およびネジが装着された支柱ヨークの磁気抵抗を調整することとしているため、簡易に永久磁石30および31の空間に形成される磁束を変化させ、ひいては、静磁場B0も簡易に調整することができる。

(実施の形態3)

ところで、上記実施の形態2では、貫通穴あるいはネジ穴を支柱ヨークに設け、磁気抵抗を変化させることとしたが、異材量部分を支柱ヨークに設け、磁気抵抗を変化させることもできる。そこで本実施の形態3では、異材量部分を支柱ヨークに設け、支柱ヨークの磁気抵抗を変化させる場合を示すことにする。

## 【0073】

図7は、異材量部分721を設けた支柱ヨーク712を中心部分とした、マグネット部の部分構成図である。図7は、図2に示したマグネット部100の概ね1/4をなす構成部分90をなしており、図3に対応するものである。なお、図7に示す支柱ヨーク712を有するマグネット部は、支柱ヨーク12および13を省いてマグネット部100と全く同様の構造を有しているので詳細な説明を省略する。

## 【0074】

また、異材量部分721を設けた支柱ヨーク712を有するマグネット部は、被検体が載置される受信コイル80を中心として、対称構造をなしており、支柱ヨーク712のz方向の上半分およびx方向の対称位置に存在する支柱ヨークは、全く同様の構造を有する。

## 【0075】

支柱ヨーク712は、異材量部分721を有している。異材量部分721は、ベースヨーク11と支柱ヨーク712が接合する屈曲部分に存在している。ここで、異材量部分721は、支柱ヨーク712と異なる透磁率の材質、例えばパーマロイ等からなり、支柱ヨーク712の磁気抵抗を減少させ、特に屈曲部分で生じる磁気抵抗の増加を抑え、漏れ磁束を減少させる。さらに、この異材量部分721の厚さを製造段階で調節することにより、永久磁石30、31に起因する磁束のばらつきを調整することができる。

## 【0076】

上述してきたように、本実施の形態3では、異材量部分を支柱ヨークに設け、支柱ヨークの磁気抵抗を調整することとしているので、製造段階で永久磁石30および31の空間に形成される磁束を変化させ、ひいては、静磁場B0を調整することができる。

## 【0077】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、1対の永久磁石を、被検体が載置される空間を介して対向配置し、1対のベースヨークにより1対の前記永久磁石を保

持し、磁気抵抗の可変手段を有する支柱ヨークにより、1対の前記永久磁石を磁氣的に接続するとともに構造的に支持することとしているので、支柱ヨークの磁気抵抗を変化させることにより、前記永久磁石が前記空間に生成する磁束、ひいては単位面積当たりの磁束である静磁場を簡易に変化させ、調節することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

磁気共鳴撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】

実施の形態 1 のマグネット部の断面を示す図である。

【図 3】

実施の形態 1 の支柱ヨークを中心とするマグネット部の部分構成を示す図である。

【図 4】

実施の形態 1 のマグネット部の磁気回路を示す図である。

【図 5】

実施の形態 2 の支柱ヨークを中心とするマグネット部の部分構成を示す図である（その 1）。

【図 6】

実施の形態 2 の支柱ヨークを中心とするマグネット部の部分構成を示す図である（その 2）。

【図 7】

実施の形態 3 の支柱ヨークを中心とするマグネット部の部分構成を示す図である。

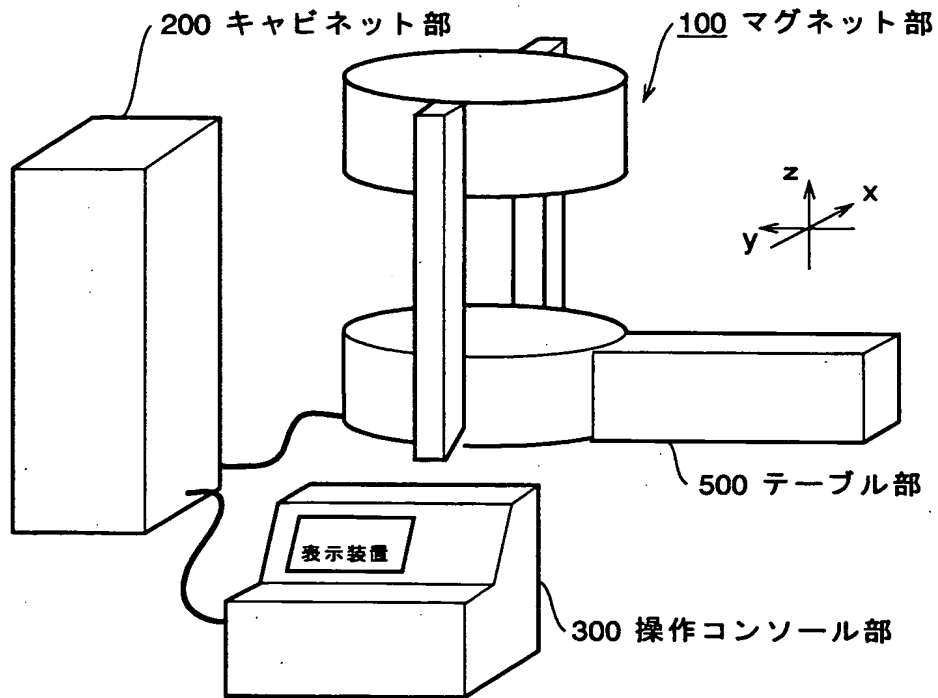
【符号の説明】

- 1 0, 1 1    ベースヨーク
- 1 2, 1 3    支柱ヨーク
- 3 0, 3 1    永久磁石
- 4 0    整磁板

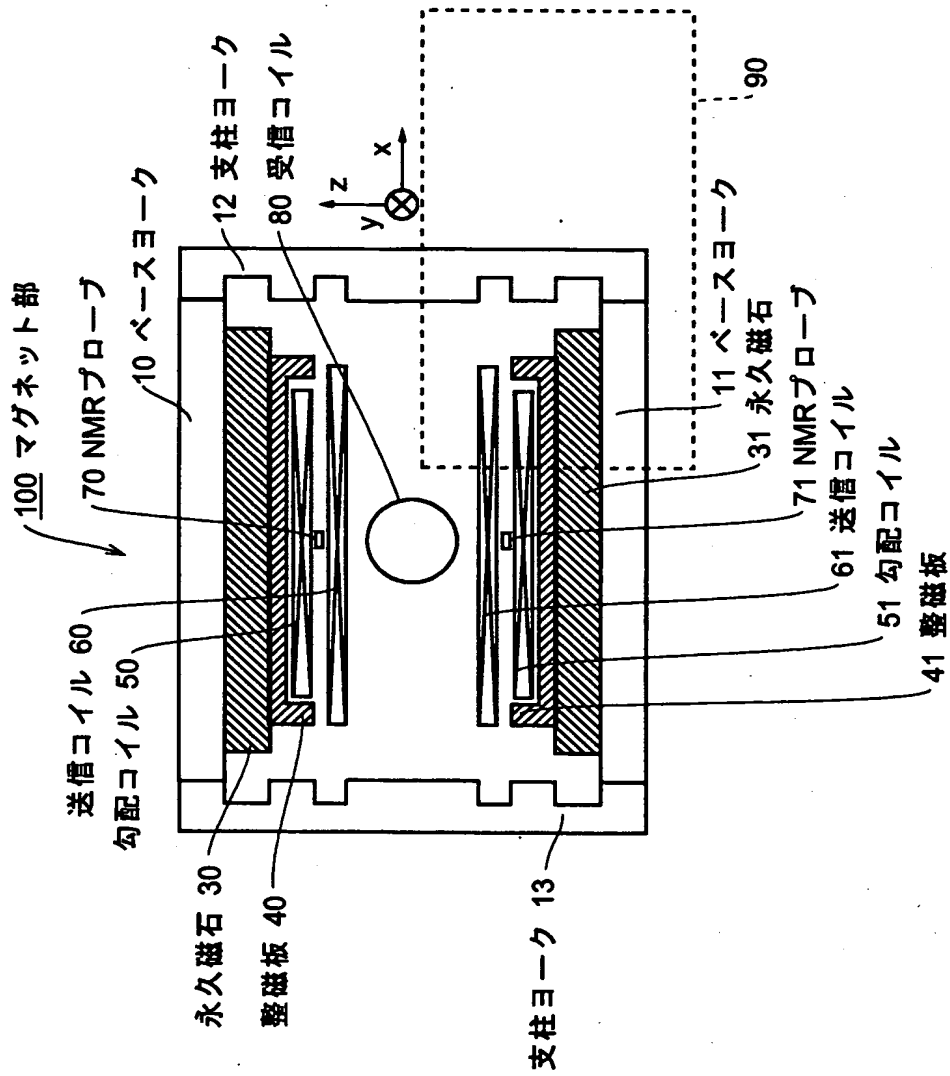
4 2、4 3 支柱ヨーク  
5 0、5 1 勾配コイル  
6 0、6 1 送信コイル  
7 0、7 1 プローブ  
8 0 受信コイル  
9 0 構成部分  
1 0 0 マグネット部  
2 0 0 キャビネット部  
3 0 0 操作コンソール部  
3 1 0 溝  
3 1 2 嵌合材  
5 0 0 テーブル部  
5 1 2、6 1 2、7 1 2 支柱ヨーク  
5 2 1 貫通穴  
5 3 1 充填材  
6 2 1 ネジ穴  
6 3 1 ネジ  
7 2 1 異材量部分

【書類名】 図面

【図 1】

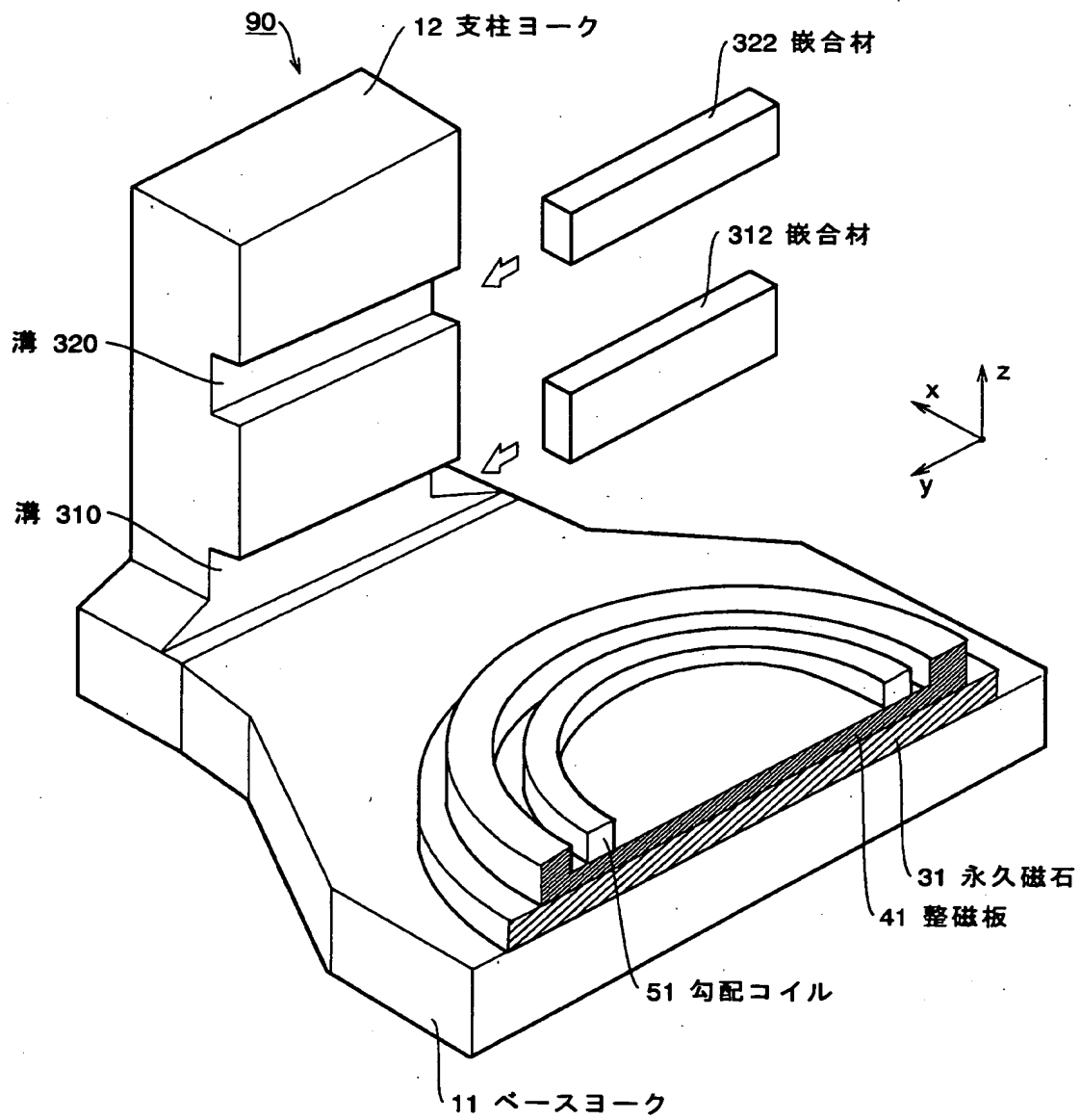


【図2】

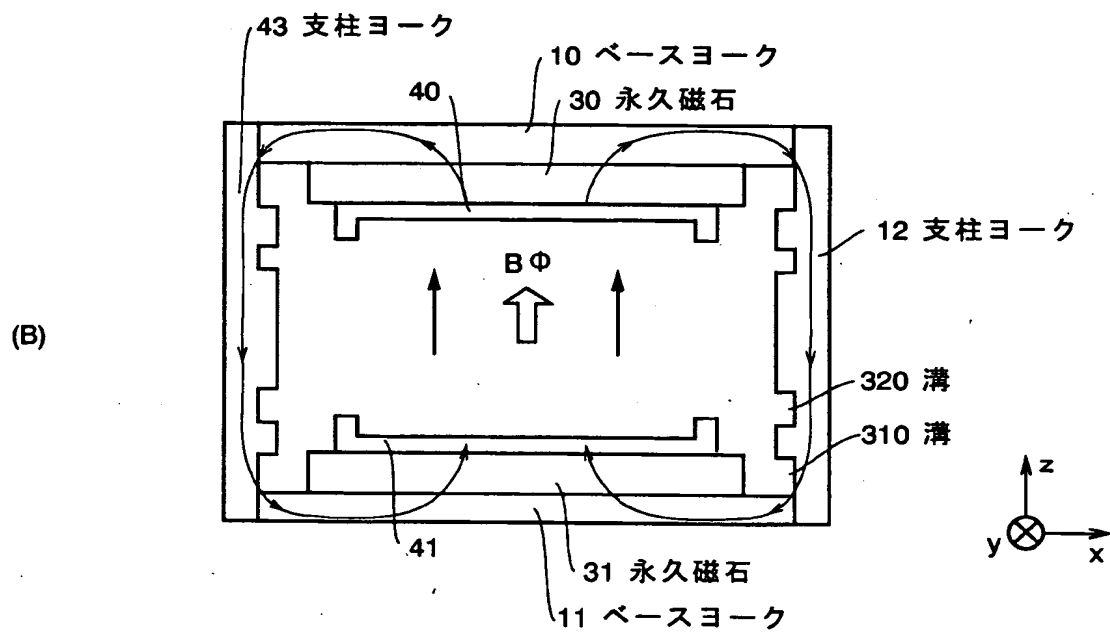
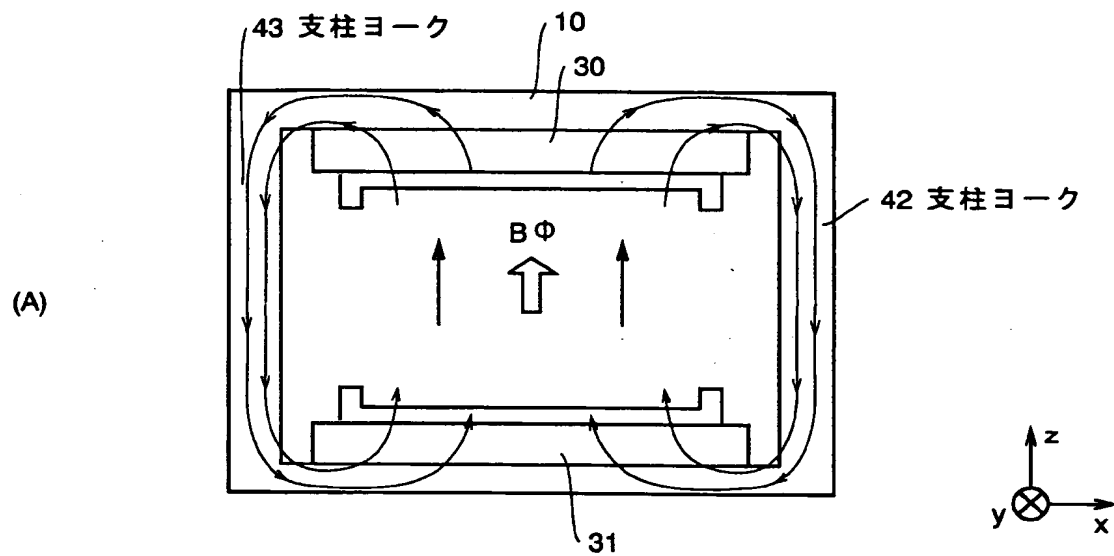




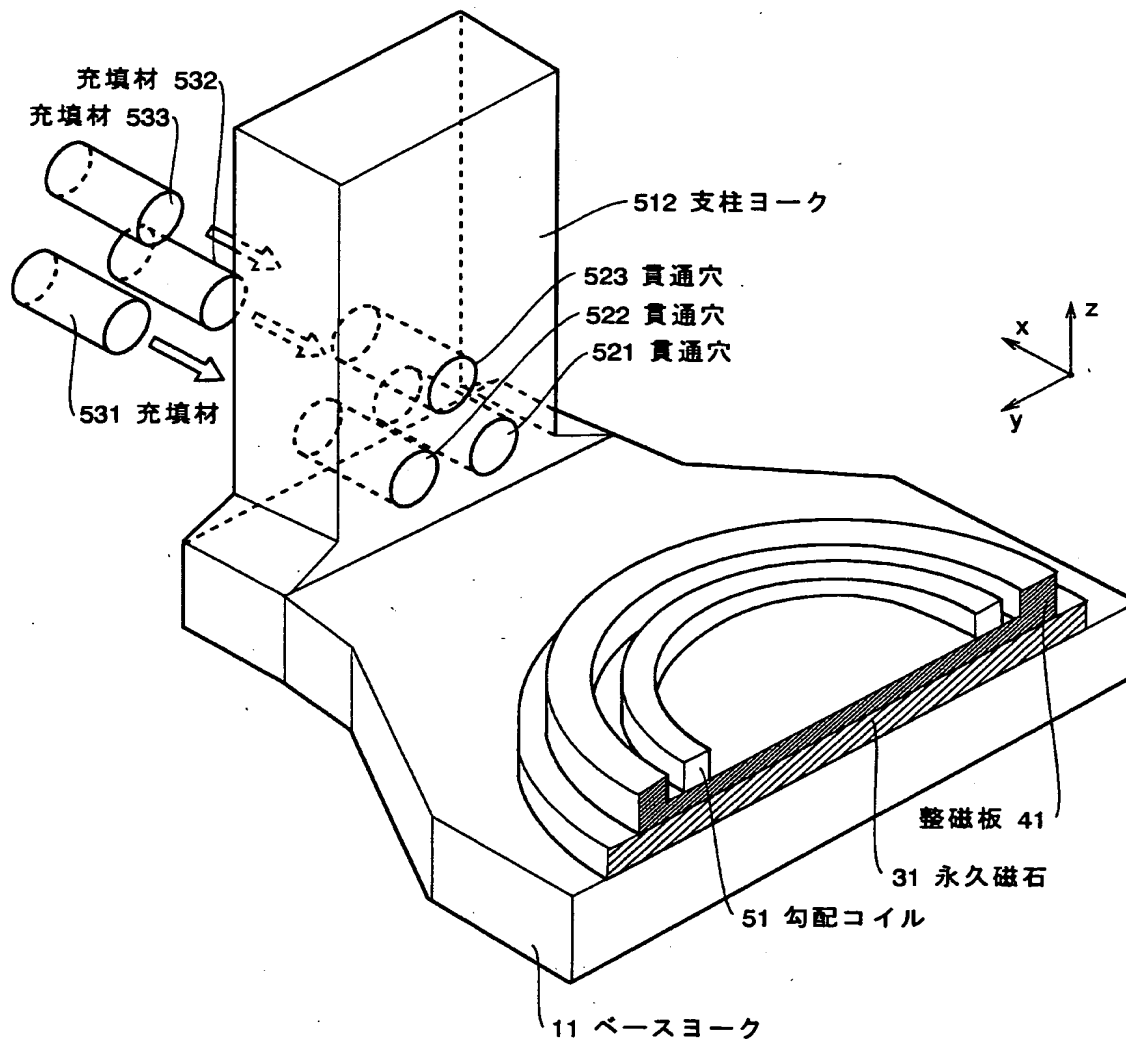
【図 3】



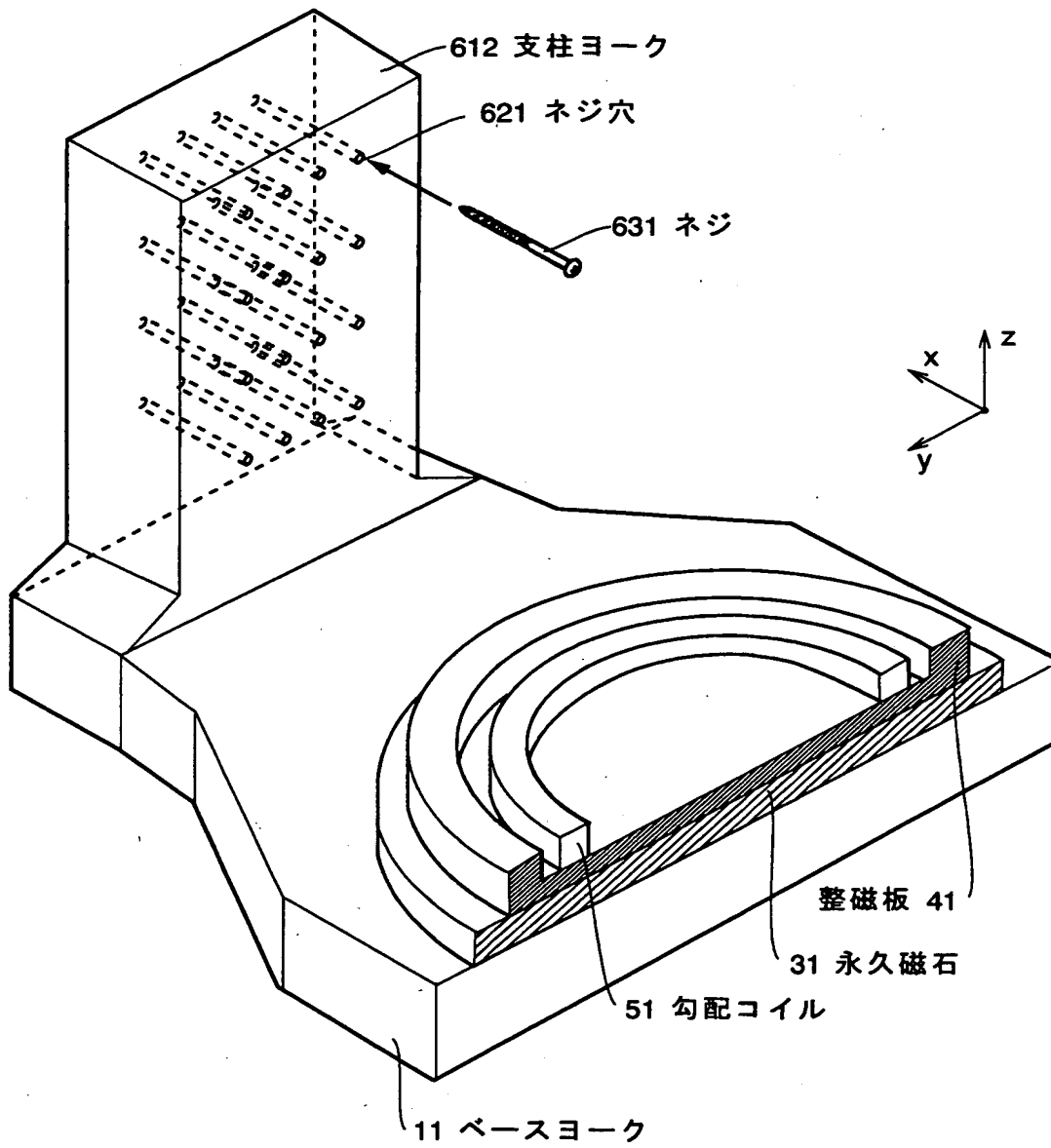
【図 4】



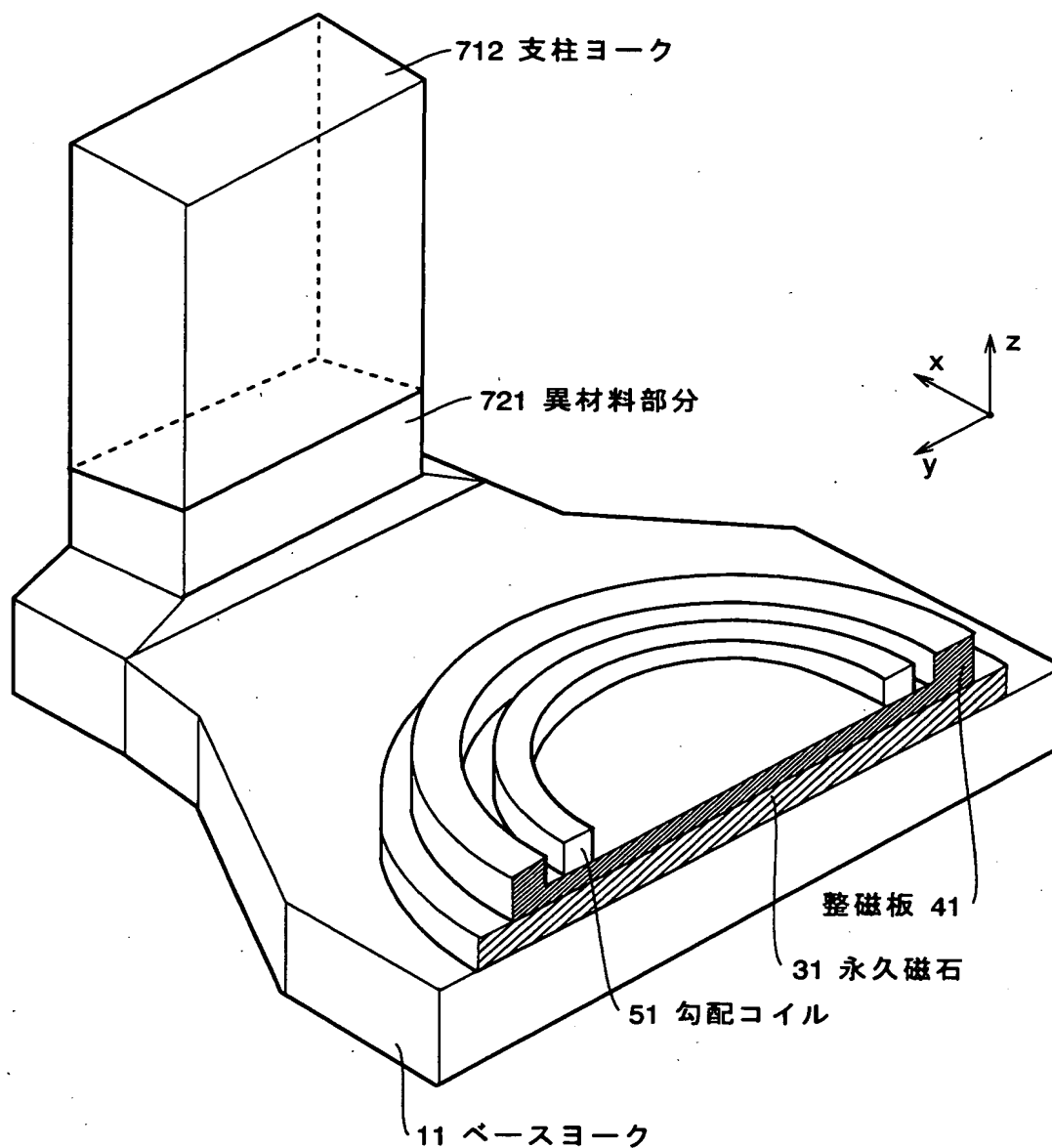
【図5】



【図 6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静磁場の調整が簡易に行える永久磁石を用いた静磁場形成装置および磁気共鳴撮像装置を実現する。

【解決手段】 支柱ヨーク 1 2 および対向するもう一つの支柱ヨークに溝 3 1 0 および 3 2 0 に代表される 8 つの溝を設け、嵌合材 3 1 2 および 3 2 2 の形状あるいは材質を変化させることにより、嵌合材 3 1 2 および 3 2 2 を装着した際の支柱ヨーク 1 2 および対向するもう一つの支柱ヨークの磁気抵抗を変化させているので、簡易に永久磁石 3 0 および 3 1 の空間に形成される磁束を変化させ、ひいては、静磁場も簡易に調整することを実現させる。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [300019238]

1. 変更年月日 2000年 3月15日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ  
・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・71  
0・3000

氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー